SPEDIZIONE IN ABB. POST
GRUPPO II/70

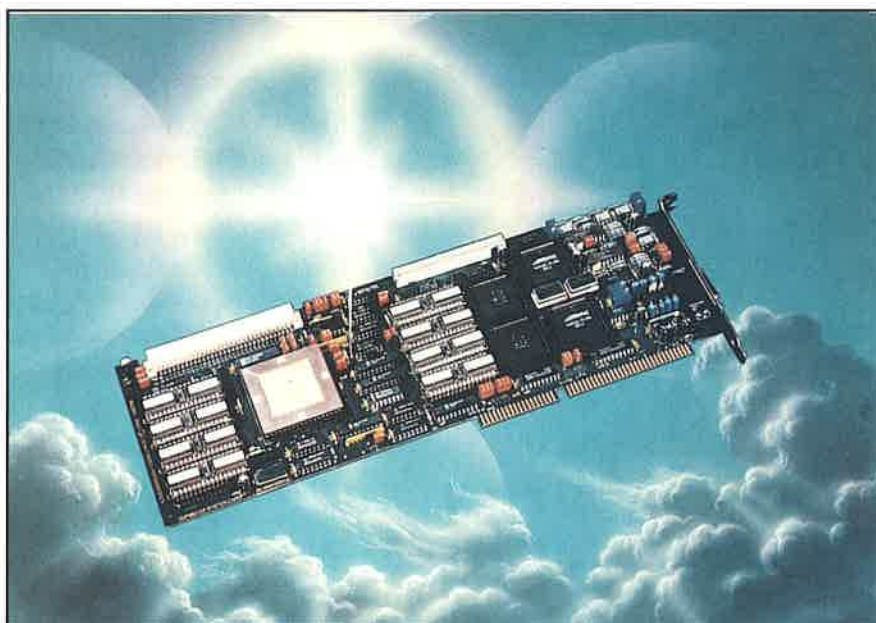
ELETTRONICA E PC

L. 9.900 Frs.15

1

HARDWARE E PERIFERICHE
Prima di cominciare

CORSO DI ELETTRONICA DIGITALE
Introduzione ai componenti del PC

REALIZZAZIONI PRATICHE
Controllore per il bus di espansione

HARDWARE e PERIFERICHE

PRIMA DI COMINCIARE

Attualmente il personal computer (PC) è diventato uno strumento di uso generalizzato, che si è profondamente radicato nelle abitudini quotidiane grazie alla sua disponibilità sia sul posto di lavoro che nella abitazione privata. Inoltre, con l'evoluzione e l'implementazione dei vari programmi applicativi, si è trasformato contemporaneamente in uno strumento di lavoro, in un mezzo utile per l'apprendimento, e in un apparecchio per il divertimento.

È molto frequente trovare in posti insospettabili un personal computer dedicato alla memorizzazione di informazioni o al riconoscimento di dati, come per esempio in un piccolo magazzino o in un negozio con diversi articoli in vendita.

Il problema che frequentemente si presenta all'utilizzatore del personal computer però, è che questi nella maggior parte dei casi ha una scarsa, o addirittura nessuna, familiarità con l'apparecchiatura. In effetti, l'utilizzatore è in grado di operare con certi programmi di elaborazione del testo, di calcolo, di disegno

Attualmente il personal computer (PC) è uno strumento di uso generalizzato

Il PC è un elemento indispensabile nella vita di tutti i giorni

elettronico, ecc., ma normalmente non conosce nulla o quasi delle parti che compongono sia internamente che esternamente la propria macchina.
Questa mancanza di familiarità con il personal computer è molte volte causa di grandi problemi per l'operatore del dispositivo; questi problemi non sarebbero così gravi se si conoscessero in modo più approfondito le parti che costituiscono l'elaboratore stesso.
Questo tipo di inconvenienti richiede molto spesso l'intervento dell'Assistenza Tecnica specializzata, con conseguente perdita di tempo e di denaro, che si potrebbe evitare semplicemente conoscendo il modo in cui opera e funziona un personal computer, e trovando di conseguenza le soluzioni direttamente sul posto di lavoro senza la necessità di dover richiedere l'intervento di un tecnico specialista.

In effetti, la maggior parte dei problemi che normalmente si presentano sono banali e semplici, come ad esempio quando non appare nulla sullo schermo dopo che il personal è stato acceso e si sono regolate sul monitor sia la luminosità che il contrasto.
Altre volte i problemi potrebbero essere un po' più complessi, come ad esempio quando si devono selezionare dei commutatori o dei ponti su una determinata scheda per ottenere un certo tipo di funzionamento o per impostare una determinata configurazione; anche in questo caso però, l'utilizzatore stesso è in grado di eseguire queste operazioni, senza richiedere l'intervento di un tecnico, semplicemente usando in modo opportuno il manuale in dotazione al personal o alla scheda in questione.
Altre situazioni particolari si verificano quando è necessario installare una nuova scheda sul personal, come potrebbe essere una scheda modem o una scheda di acquisizione dati; in parecchi casi, l'operatore non è in grado di aprire l'elaboratore ed eseguire l'installazione, anche se

Sulla parte frontale del PC sono presenti diverse segnalazioni e alcuni commutatori

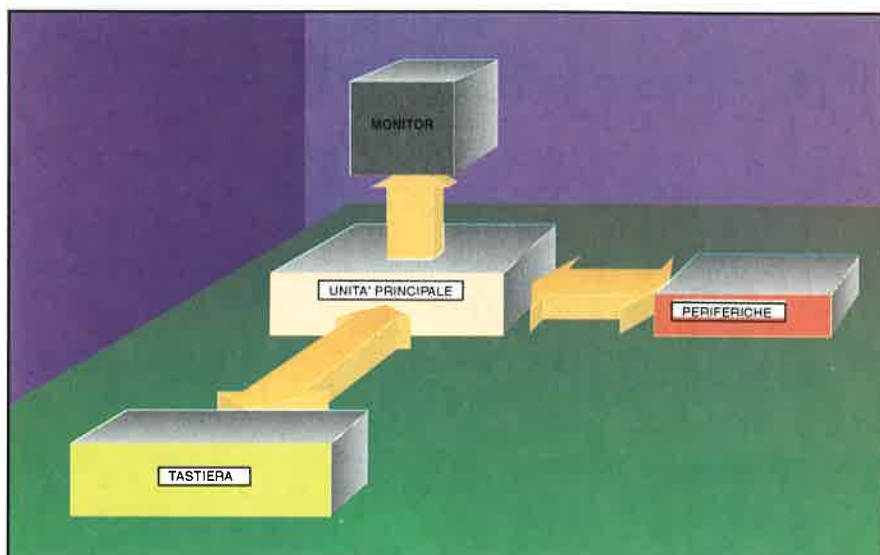
questa, con poche conoscenze sul funzionamento e sulla struttura interna del PC, potrebbe risultare una operazione estremamente semplice.
Di seguito verranno sviluppate quelle conoscenze che servono per eliminare la paura intrinseca che ognuno di noi ha del "mostro", cercando di vederlo non come una scatola nera e misteriosa, che può essere toccata solo dal tecnico specializzato, ma come un normale attrezzo accessibile a qualunque profano.

Elementi di un PC

Nel momento in cui si decide l'acquisto di un personal computer bisogna avere ben chiaro il perché lo si compra e quale sarà il suo utilizzo, poiché in commercio esiste una vasta gamma di modelli con potenzialità diverse, che vanno dall'XT classico al Pentium dei nostri giorni.
Dopo aver deciso quale sia il PC o elaboratore più idoneo alle proprie esigenze, bisogna imparare a riconoscere quegli elementi fondamentali che ne permettono il funzionamento.
Generalmente, i componenti indispensabili per il funzionamento di un qualunque PC sono:
- *unità centrale o CPU*
- *tastiera*
- *monitor*
- *cavi di collegamento*
- *sistema operativo e manuali di installazione.*

Queste sono gli elementi necessari e fondamentali per poter cominciare ad installare il proprio PC; è importante che i manuali operativi siano redatti con precisione e chiarezza, in modo da poter essere facilmente comprensibili. Molte volte capita invece che questi manuali riportino delle parti o dei componenti che non corrispondono al proprio personal computer, oppure che le istruzioni descritte siano confuse o estremamente tediose da seguire.

L'unità centrale

Questa parte del PC rappresenta il cuore e il cervello di tutto il sistema, ed è costituita da un contenitore metallico al cui interno sono alloggiati dei moduli e delle schede elettroniche; verso l'esterno presenta invece dei connettori che servono per il collegamento con le distinte periferiche, e una serie di commutatori per l'attivazione dei necessari controlli.

L'unità centrale, o CPU, è quella che centralizza tutto il sistema di un PC

Questo contenitore, in cui è alloggiata l'unità principale, tende ad essere sempre più piccolo; quello di dimensioni maggiori viene definito "desk top", o da tavolo, ed ha la forma di un parallelepipedo rettangolare. Frequentemente vengono invece utilizzati dei contenitori più piccoli o più adatti ad occupare uno spazio minore, definiti "tower" o "minitower".
Come già detto in precedenza, l'unità centralepresenta verso l'esterno una serie di indicazioni, dei commutatori, e una serie di connettori per il collegamento delle diverse periferiche o di altri dispositivi con i quali è possibile svolgere diversi tipi di operazioni, quali la stampa di una lettera, il tracciamento di un piano, la realizzazione di una trasmissione o ricezione di dati tramite la linea telefonica, ecc.

L'unità centrale costituisce il cuore e il cervello di tutto il sistema

Sulla parte anteriore del contenitore sono presenti delle segnalazioni che indicano lo stato operativo del PC, e dei pulsanti che permettono di agire direttamente sul modo di funzionamento dello stesso.
Le indicazioni che normalmente appaiono sul frontale del contenitore sono:
- *POWER*
- *HARD DISK*
- *TURBO*
- *DISPLAY DELLA FREQUENZA DI LAVORO*
- *INDICATORE DEL FUNZIONAMENTO DEL O DEI DISK DRIVE*

POWER - Questa segnalazione indica la condizione di alimentazione dell'elaboratore (ON-OFF); è costituita da un diodo LED o da una lampadina

Il disk drive è una parte molto importante del PC, che permette lo scambio delle informazioni

di segnalazione di colore verde che, quando risulta illuminata, indica che il PC è acceso o nello stato ON, mentre quando non è illuminata indica che il PC è spento o nello stato OFF.

HARD DISK - Questa segnalazione indica lo stato operativo del disco rigido, ed è spesso di colore rosso; è costituita da un diodo LED o da una lampadina di segnalazione che, quando è illuminata, indica che il disco rigido sta lavorando. Al contrario, quando l'indicatore è spento, significa che il disco rigido non sta lavorando.

TURBO - Questa segnalazione indica quale velocità di lavoro è selezionata in quel momento; per velocità di lavoro si intende la frequenza di clock interna a cui opera il microprocessore, che corrisponde ad una minore o maggiore velocità di elaborazione dei dati. La segnalazione è normalmente di colore giallo e, quando risulta illuminata, indica che la velocità di elaborazione è la più alta permessa da quel tipo di personal computer, mentre se non è illuminata indica la velocità di elaborazione più bassa: nel caso di PC 286 queste due velocità sono di 12 MHz e 8 MHz rispettivamente, per PC 386 di 25 MHz e 16 MHz, e per PC 486 di 50 MHz e 33 MHz. Naturalmente è anche possibile incontrare dei personal computer con velocità diverse da quelle indicate, come ad esempio dei PC 386 con velocità di 40 MHz e 33 MHz, oppure PC 486 con velocità di 66 MHz e 25 MHz, ma quelle definite sono le più comuni per quei tipi di macchine.

In commercio sono presenti molte specie di periferiche atte a svolgere diversi compiti

DISPLAY DELLA FREQUENZA DI LAVORO - Questa segnalazione indica la velocità di elaborazione del PC, tramite la sua visualizzazione su display alfanumerici; questo vuol dire che se la velocità di elaborazione impostata è di 12 MHz, allora sul display apparirà il numero 12. Questo tipo di segnalazione è presente solo su macchine di recente costruzione.

INDICATORE DEL FUNZIONAMENTO DEL O DEI DISK DRIVE - Questo indica lo stato di funzionamento del o dei disk drive presenti sul personal computer. Se è illuminata vuol dire che uno dei disk drive sta lavorando, mentre se risulta spenta significa che nessun disk drive sta operando in quel momento. La visualizzazione dello stato dei drive si ottiene mediante un diodo LED normalmente di colore verde.

Oltre alle segnalazioni, sul frontale del contenitore sono presenti anche dei commutatori e dei pulsanti che normalmente sono:

- *RESET*
- *TURBO*
- *LEVETTA DI CHIUSURA PER DISK DRIVE DA 5 1/4"*
- *PULSANTE DI ESPULSIONE PER DISK DRIVE DA 3 1/2"*
- *CHIAVE PER LA TASTIERA*
- *INTERRUTTORE DI ACCENSIONE*

RESET - Questo pulsante serve per reinizializzare completamente il PC, vale a dire il microprocessore, le memorie, i buffers, ecc., e per ricaricare il sistema operativo che, generalmente, è memorizzato sul disco rigido.

L'azionamento di questo pulsante non implica l'interruzione dell'alimentazione al PC, poiché agisce direttamente sul reset del microprocessore.

TURBO - Questo interruttore permette la selezione della velocità di elaborazione del PC, vale a dire la frequenza di lavoro del microprocessore; ad esempio, se l'elaboratore è un "PC AT286 12/

Sulla parte posteriore del PC sono presenti gli slot di espansione e i distinti connettori

16 MHz", vuol dire che il microprocessore 286 del PC può lavorare a due diverse velocità, che sono di 12 e 16 MHz. In questo caso, se viene selezionata la funzione TURBO, il PC lavora a 16 MHz, mentre in caso contrario opera a 12 MHz.

LEVETTA DI CHIUSURA PER DISK DRIVE DA 5 1/4" - Questa levetta viene azionata quando si lavora con il disk drive da 5 1/4", dopo che il floppy disk è stato introdotto nell'apposito alloggiamento. In questo modo è possibile effettuare sul floppy stesso delle operazioni di lettura e scrittura.

PULSANTE DI ESPULSIONE PER DISK DRIVE DA 3 1/2" - Questo pulsante deve essere premuto quando si desidera espellere il floppy disk da 3 1/2" dal suo drive. L'espulsione provoca una parziale fuoriuscita del floppy, che può essere poi estratto completamente con le mani.

CHIAVE PER LA TASTIERA - Questa chiave, e la relativa serratura, agisce su di una leva che inibisce il funzionamento della tastiera; in questo modo è possibile evitare che qualche estraneo possa accedere ai programmi memorizzati sul disco rigido, oppure fare in modo che il programma in esecuzione non venga interrotto se l'operatore si assenta momentaneamente.

Infatti, tutte le funzioni del personal computer rimangono operative, compresa la visualizzazione sul monitor dei dati; rimane però inibito qualsiasi accesso alla macchina grazie al fatto che la tastiera risulta praticamente scollegata.

Questa opzione è molto utile soprattutto nei posti di lavoro frequentati da più persone, quali officine, magazzini, negozi, ecc.

INTERRUTTORE DI ACCENSIONE - Questo interruttore permette l'avviamento del PC, poiché ne effettua il collegamento diretto alla rete di alimentazione. In questo modo viene fornita tensione all'alimentatore interno, che trasforma la tensione alternata di rete in tensione continua per l'alimentazione delle varie parti del PC.

L'interruttore di accensione è posto generalmente sulla parte frontale del contenitore, ma in parecchi casi può essere situato anche sulla parete laterale o posteriore.

Sulla parte posteriore del contenitore si trovano i connettori che permettono il collegamento della CPU alle distinte periferiche.

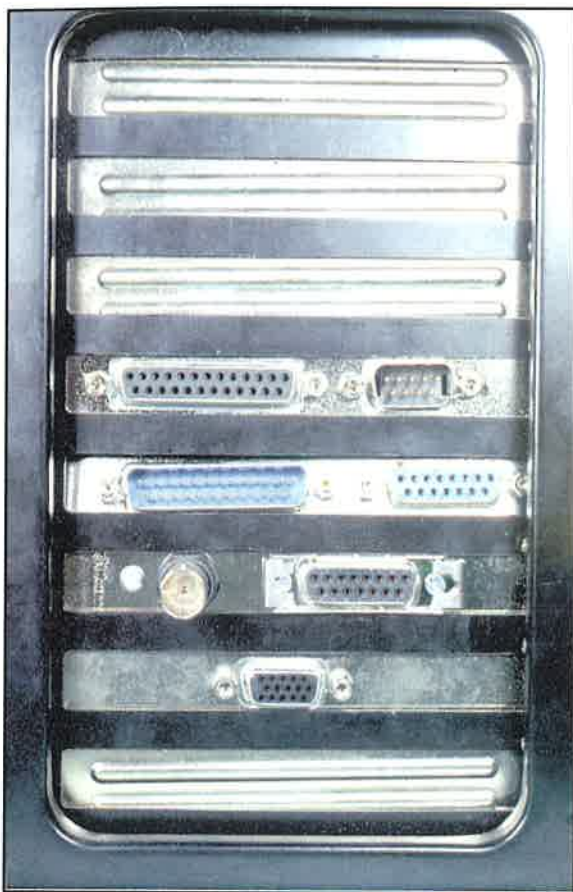
I connettori, o connessioni, più comuni sono:

* *ingresso tastiera*
* *uscita per i segnali video*
* *uscita per la stampante (LPT1)*
* *uscita parallela (LPT2)*
* *ingresso della rete di alimentazione*
* *uscita per l'alimentazione del monitor*
* *uscita seriale (COM1)*
* *uscita seriale (COM2)*
* *uscita porta joystick*
* *slot di espansione*
* *presa d'aria del ventilatore*

INGRESSO TASTIERA - Questo ingresso serve per collegare la tastiera all'unità principale, in modo che l'operatore possa inviare dei dati e dei comandi al PC in modo interattivo.

Il connettore è di tipo DIN circolare, ed è dotato di cinque terminali attraverso i quali vengono scambiati una serie di segnali TTL che sono:

- *Keyboard Clock*
- *Keyboard Data*
- *Keyboard Reset (non utilizzato)*
- *Massa*
- *Alimentazione + 5V c.c.*

Poiché il connettore è di tipo circolare, potrebbe

I connettori dell'unità centrale che servono per la comunicazione con le diverse periferiche sono perfettamente standardizzati

essere inserito in modo errato; per evitare questo problema viene sagomato in modo da creare una guida fissa tra maschio e femmina, che ne permette l'incastro in una sola posizione.

USCITA PER I SEGNALI VIDEO - Questa uscita permette il collegamento tra la scheda grafica presente nell'unità principale e il monitor associato al PC.

L'uscita viene generalmente realizzata con un connettore Sub-D dotato di nove terminali, attraverso i quali scorrono i segnali necessari per il funzionamento del monitor; in questo modo è possibile visualizzare sullo schermo i diversi programmi e messaggi.

I segnali gestiti tramite questo connettore sono generalmente i seguenti:

- *Massa*
- *Drive orizzontale*
- *Drive verticale*
- *Insieme dei segnali RGB (Rosso, Verde, Blu)*
- *Intensità*

In commercio esiste una vasta gamma di monitor che va dagli Hercules, ai CGA, agli EGA, ai VGA, ai super VGA, ecc., ognuno dei quali richiede un tipo di scheda grafica diversa, che presenta caratteristiche differenti rispetto alle altre. Il connettore di uscita di queste schede è però generalmente sempre di tipo Sub-D a nove terminali (ad eccezione di qualche scheda VGA e delle super VGA che utilizzano connettori particolari a 15 terminali); ciò che differenzia le diverse schede sono perciò solo i segnali che passano attraverso questi terminali.

USCITA PER LA STAMPANTE LPT1 - Questo collegamento è più conosciuto come porta parallela LPT1, e serve per trasmettere e ricevere i dati in forma parallela; ciò vuol dire che i bit costituenti l'informazione vengono ricevuti (o trasmessi) tutti contemporaneamente, in forma di pacchetti di parole di otto bit (bit dei dati più bit di controllo).
Il connettore utilizzato per la porta parallela LPT1 è costituito da un Sub-D dotato di venticinque terminali, che sono completamente standardizzati per permettere il collegamento di qualsiasi periferica che sfrutti questo tipo di trasmissione per la comunicazione con il PC.

Un tipico esempio di periferica che sfrutta questo tipo di trasmissione è costituito dalla stampante, attualmente molto utilizzata; è difficile infatti vedere un PC non dotato di stampante, poiché questa risulta ormai indispensabile per tradurre su supporto cartaceo i dati e le informazioni che si presentano sul monitor.

I segnali gestiti da questa porta sono i seguenti:

- *Parola dati (D0 - D7)*
- *Segnali di controllo:*
    * *- STROBE*
    * *- ACK*
    * *+BUSY*
    * *+PE*
    * *+SELECT*
    * *- AUTO FD*
    * *- ERROR*
    * *- INIT*
    * *- SELECT INPUT*
    * *GROUND*

USCITA PARALLELA LPT2 - Questa uscita parallela è identica alla precedente, ed è dotata di un connettore equivalente a quello già descritto a venticinque terminali; per poter utilizzare una o l'altra porta, o entrambe, è necessario che il programma impiegato dall'operatore sia in grado di gestirle entrambe, in modo da poter indirizzare la comunicazione sulla periferica corretta.

INGRESSO DELLA RETE DI ALIMENTAZIONE - Questo connettore fornisce al PC l'alimentazione elettrica necessaria per il suo funzionamento. La sua forma è molto particolare per evitare che qualunque altro tipo di connettore presente in commercio possa essere collegato a questo ingresso. I tre terminali sono di tipo maschio, e sono attraversati dai seguenti segnali:

- *AC +*
- *AC -*
- *TERRA*

Generalmente l'alimentazione dei PC viene fornita con una tensione di 220 ± 15 V alternati, che è quella di comune utilizzo nelle abitazioni e negli uffici.

USCITA PER L'ALIMENTAZIONE DEL MONITOR - Questa uscita con tensione di rete viene fornita direttamente dall'unità principale per l'alimentazione del monitor collegato al PC. Questo sistema di alimentazione tramite PC consente la contemporanea alimentazione del monitor collegato al PC nel momento in cui il personal viene acceso tramite il suo interruttore di rete; in questo modo non è necessario effettuare ogni volta anche l'accensione del monitor.

Con certe unità principali che non possiedono questa uscita di alimentazione per il monitor, è necessario collegare direttamente il connettore di alimentazione di quest'ultimo ad una presa di rete e accenderlo e spegnerlo tramite il suo interruttore ON/OFF ogni volta che si accende o spegne il PC: il rischio è di dimenticarlo parecchie volte acceso.

USCITA SERIALE (COM1) - Questa uscita di comunicazione è, con la parallela, la più utilizzata nel PC. Lo standard di comunicazione seriale prevede la trasmissione della parola dei dati bit per bit, vale a dire che viene formata una specie di catena nella quale ogni anello (bit) corrisponde ad un ciclo di clock.

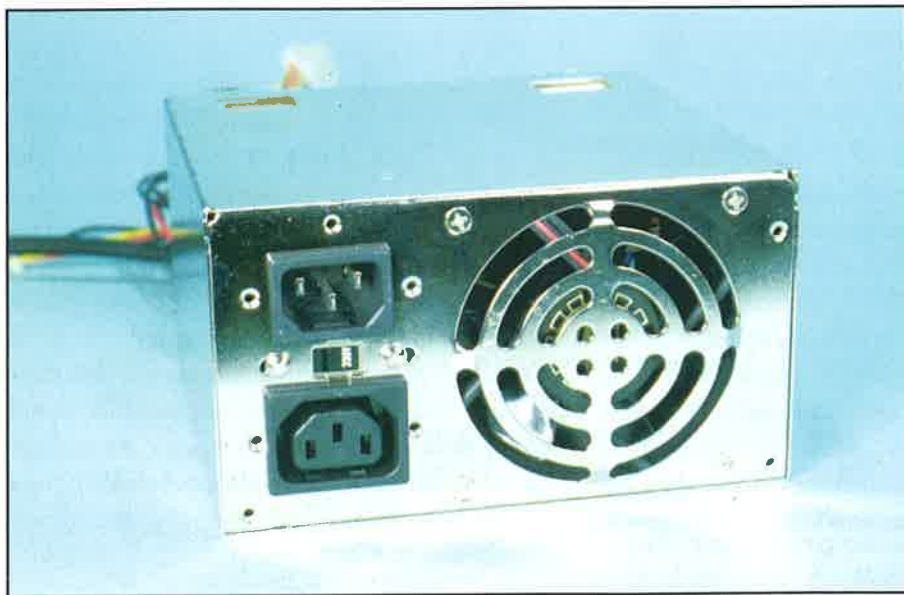
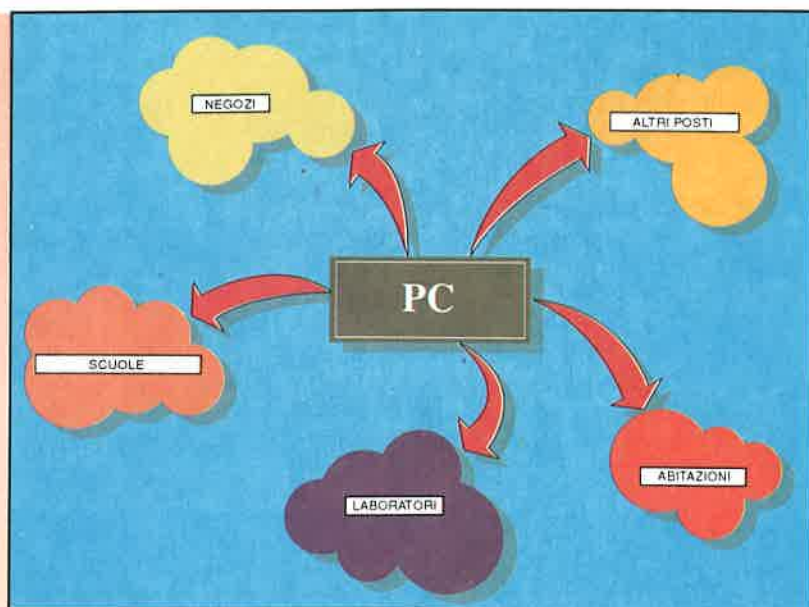
La porta seriale può effettuare una comunicazione con velocità di trasmissione che va da cinquanta a novemilaseicento bit al secondo, e richiede solamente un cavo di trasmissione e un altro di ricezione, oltre naturalmente al solito riferimento di massa.

Questo tipo di uscita è conosciuto anche con il nome del suo protocollo di comunicazione, RS232C, ed è molto utilizzata per il collegamento al PC di periferiche differenti: il modem esterno, la stampante seriale, un sistema di acquisizione dati e per una grande quantità di periferiche di altro tipo.

Generalmente in un PC esistono più di una porta seriale, ad esempio la COM1 e la COM2.

Per definire quale sia la porta seriale COM1 e quale invece la porta seriale COM2 è necessario effettuare delle selezioni interne sulla scheda RS232 o sulla multi I/O mediante dei ponticelli o "jumper".

Generalmente alla porta COM1 viene assegnato l'indirizzo 3F8H mentre alla porta COM2 l'indirizzo 2F8H, in modo da essere certi che, se un programma deve sfruttare una certa uscita COM, non avvengano interferenze che potrebbero influire sul funzionamento del PC o del programma stesso. Un caso del genere può accadere quando sulla stessa macchina vengono utilizzati sia il mouse che un modem esterno; in questo caso bisogna impostare correttamente i relativi programmi in modo che gli indirizzamenti delle uscite seriali corrispondano effettivamente alle uscite fisiche del mouse e del modem, evitando che i dispositivi si disturbino vicendevolmente.

I connettori delle porte seriali sono generalmente di tipo Sub-D a

I connettori dell'unità principale per la connessione con la rete elettrica e per l'alimentazione del monitor hanno un profilo particolare per non essere confusi con altri tipi di connettori

Il PC è attualmente presente in ogni tipo di ambiente e attività

venticinque o a nove terminali; per questo motivo, a volte si rende necessario utilizzare degli adattatori che trasformino il connettore a venticinque terminali in uno a nove terminali o viceversa. Questa situazione si verifica quando sono incompatibili il connettore maschio presente sul PC e il connettore femmina di cui è dotata le periferica. I segnali presenti su questo connettore sono i seguenti:

- *transmit data (Tx) (trasmissione dati)*
- *receive data (Rx) (ricezione dati)*
- *request to send (richiesta di trasmettere)*
- *clear to send (pronto a trasmettere)*
- *data set ready (set dati pronto)*
- *ground (massa)*
- *data terminal ready (terminale dati pronto)*
- *carrier detect (rivelatore portante dati)*
- *ring indicator (indicatore d'anello)*

I terminali più utilizzati sono Tx e Rx, oltre a quello di massa; durante la trasmissione e la ricezione dei dati, gli altri terminali fungono da controllo per le distinte periferiche al fine di ottenere la comunicazione, come per esempio il controllo di inizio comunicazione, di termine della stessa, di inizializzazione, ecc.

USCITA PORTA JOYSTICK - Questa uscita è destinata al collegamento da parte dell'utilizzatore di un Joystick, per poter giocare con determinati "games" studiati appositamente per il PC, in modo da utilizzare quest'ultimo come fosse un videogioco o un passatempo.

Il connettore di questa uscita è di tipo Sub-D a cinque terminali, per differenziarlo dai connettori delle uscite seriali a nove terminali.

SLOT DI ESPANSIONE - Con questo termine si intendono sia le fessure presenti sul retro del contenitore, normalmente tappate con delle staffe metalliche avvitate al contenitore stesso, sia i connettori di espansione a pettine veri e propri presenti sulla scheda principale (scheda madre) del PC. Le schede aggiuntive che vengono installate sull'unità principale, quali la scheda modem, la scheda digitalizzatrice, la scheda audio, ecc., si collegano al PC mediante i connettori a pettine, e presentano un connettore esterno per il collegamento della rispettiva periferica che fuoriesce da una delle fessure precedentemente citate, ovviamente dopo aver tolto la staffa che funge da tappo.

Generalmente un PC è dotato di un minimo di due slot di espansione fino ad un massimo di otto. Più slot sono presenti, più applicazioni potranno essere attivate contemporaneamente: questo elemento è perciò un fattore da tener presente quando si decide l'acquisto di un PC, pensando anche alle applicazioni e agli ampliamenti futuri.

PRESA D'ARIA DEL VENTILATORE - Questa presa è necessaria per favorire l'espulsione verso l'esterno dell'aria prodotta dalla ventola interna al contenitore. La circolazione forzata di aria serve per dissipare il calore prodotto dall'unità principale e dall'alimentatore; certi componenti elettronici sono infatti molto sensibili alle variazioni di temperatura, e potrebbero causare dei malfunzionamenti o addirittura rompersi se non venissero costantemente raffreddati. Inoltre, più alta è la temperatura di regime dell'unità principale, più corta è la vita della stessa.

La presa d'aria è protetta con una retina per evitare manipolazioni che potrebbero provocare dei danni fisici all'utilizzatore, come ad esempio l'amputazione di un dito introdotto erroneamente nel raggio di azione delle pale del ventilatore.

La presa non deve essere otturata o coperta, e neppure troppo vicina ad una parete o ad un ostacolo, poiché altrimenti l'aria calda espulsa dalla ventola potrebbe ritornare all'interno del contenitore con conseguente aumento della temperatura dello stesso e relativi possibili danni. Perciò, deve esserci un certo spazio tra la parte posteriore del contenitore ed un eventuale parete, in modo che possa essere garantita una corretta circolazione dell'aria.

CORSO DI ELETTRONICA DIGITALE

Nelle pagine seguenti sarà illustrato, in termini molto generali, il modo in cui è formato un elaboratore e quali sono i suoi componenti interni più importanti. Per non cominciare la casa dal tetto però, verranno descritti inizialmente i componenti esterni di questa macchina denominata elaboratore.

INTRODUZIONE AI COMPONENTI DEL PC

Un corso di elettronica digitale inserito in una rivista dedicata al personal computer sembrerebbe una nota stonata: in effetti non è così, poiché in questo corso verranno trattati ed analizzati i diversi componenti elettronici che formano l'elaboratore.

STRUTTURA DI UN PC

Anche se questo argomento verrà analizzato in modo più approfondito in un'altra sezione di quest'opera, in questa sede verranno sommariamente ricordate solo quali sono le unità che compongono un elaboratore:

Unità centrale

Tastiera

Monitor

É possibile inserire tra queste unità anche la stampante, poiché è la periferica che permette di trasformare i dati dell'unità centrale in informazioni scritte.

Prima di analizzare cosa succede all'interno di ciascuna di queste unità, verranno descritte le funzioni che realizzano insieme.

Nell'unità centrale sono presenti i componenti principali che permettono il funzionamento del PC

Nell'unità centrale si trovano i componenti principali che permettono il funzionamento del PC. In essa si possono distinguere la scheda madre o principale, su cui è montato il già citato microprocessore e i suoi "aiutanti" - le memorie - le unità disco - l'alimentatore - gli slot di espansione.

La tastiera costituisce uno dei tramiti tra l'unità centrale dell'elaborato-

La tastiera è la periferica che permette l'invio di informazioni all'unità centrale

Il PC è l'elemento fondamentale che sta alla base del corso di elettronica digitale

re e l'utilizzatore: attraverso questa unità è possibile fornire al PC gli ordini necessari per il suo funzionamento.
I tasti sono disposti in un ordine prestabilito e standardizzato secondo le regole richieste dai diversi Paesi. La tastiera è impostata via software con il comando KEY Bxx. In generale però, la parte centrale della tastiera è dedicata alle lettere dell'alfabeto e ad alcuni comandi particolari propri del PC, quali Alt, Control e Enter.
Alla destra di questo blocco centrale si trovano dei tasti funzionali specifici, utili per alcuni tipi di programmi, quali Ins, Canc, Home, End, PgUp, PgDn e quattro freccette che servono per spostare il cursore sullo schermo rispettivamente verso l'alto verso il basso a sinistra e a destra. Il significato specifico di questi tasti verrà descritto, come già detto, in un'altra sezione dell'opera. Ancora più a destra è posizionato il tastierino numerico, che riporta la numerazione decimale e alcuni segni matematici; questo tastierino si può attivare tramite il tasto Bloc Num situato in alto a destra. Infine, ci sono dodici tasti, definiti "tasti funzione", che realizzano delle operazioni particolari e a volte complesse, specifiche dei diversi programmi applicativi; su questa riga sono presenti anche il tasto Esc di escape, il tasto Print Screen per la stampa immediata delle informazioni visualizzate sul monitor, e il tasto Scroll Lock per bloccare lo scorrimento dei dati visualizzati.
Completa l'insieme del PC il monitor, costituito da uno schermo che permette di visualizzare in qualunque momento le informazioni desiderate. I dati trasmessi dallo schermo sono istantanei, al contrario di quelli ottenuti mediante il supporto cartaceo fornito dalla stampante. Quando si decide l'acquisto del monitor, è importante verificare che sia compatibile con il tipo di scheda video collegata alla scheda madre e con i programmi che si intendono

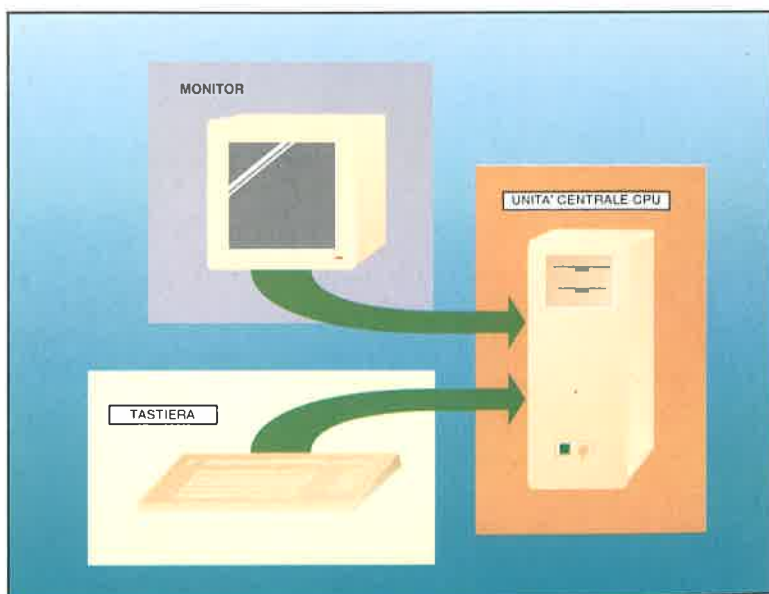



Diagramma a blocchi di un elaboratore, nel quale si distinguono: monitor, unità centrale e tastiera

utilizzare. A tal proposito si ricorda che in commercio esistono diversi tipi di monitor: CGA (Adattatore grafico a colori), EGA (Adattatore grafico avanzato a colori), VGA (Adattatore grafico a colori ad alta risoluzione) e SVGA (Adattatore grafico a colori ad altissima risoluzione).
Dopo aver analizzato esteriormente le parti componenti un elaboratore, è possibile definire ciò che ciascuna di queste unità contiene internamente.

Il monitor costituisce il mezzo più rapido con cui l'elaboratore si pone in comunicazione con l'utilizzatore

Componenti dell'unità centrale

Anche se inizialmente molti dei nomi utilizzati per descrivere i distinti componenti che costituiscono l'unità centrale sembreranno strani o sconosciuti non bisogna preoccuparsi, perché verranno descritti singolarmente e in modo particolareggiato nei diversi capitoli successivi.
L'introduzione dei circuiti integrati e dell'elettronica digitale nel campo degli elaboratori ha permesso che questi aumentassero la loro capacità operativa e di memorizzazione dei dati. Nell'unità centrale, o per meglio dire sulla scheda madre, si possono distinguere quattro differenti blocchi elementari:

- *Unità centrale di elaborazione, o CPU*
- *Memoria*
- *Unità di ingresso/uscita, o di I/O*
- *Bus dei dati e degli indirizzi*

La scheda madre è costituita principalmente da: unità centrale di elaborazione (CPU), memoria, controllo di ingresso/uscita, bus di trasmissione delle informazioni (Diagramma a blocchi)

L'unità centrale di elaborazione - che d'ora in poi verrà chiamata CPU - costituisce il cervello dell'elaboratore; i suoi compiti principali sono di elaborare, creare e controllare le informazioni in ingresso e in uscita dal PC. La CPU è suddivisa principalmente in due grandi blocchi: l'unità di controllo e l'unità aritmetico-logica (ALU). La prima unità ha il compito di ricevere le istruzioni e di convertirle in segnali comprensibili per gli altri elementi dell'elaboratore. La ALU deve invece

realizzare le operazioni logiche e aritmetiche indicate dalle distinte istruzioni.

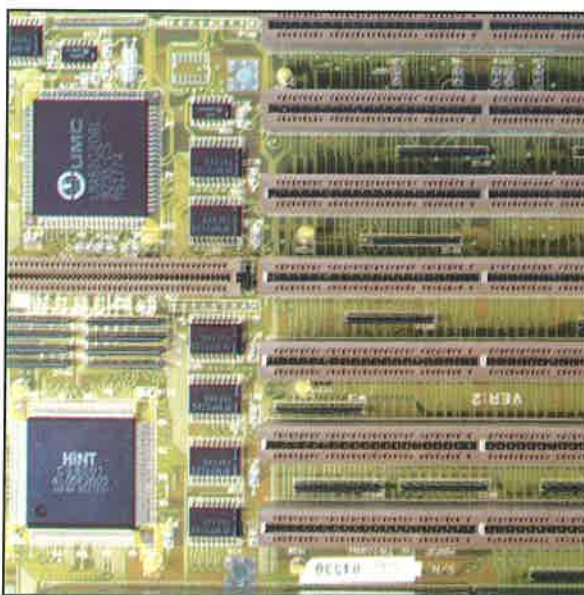
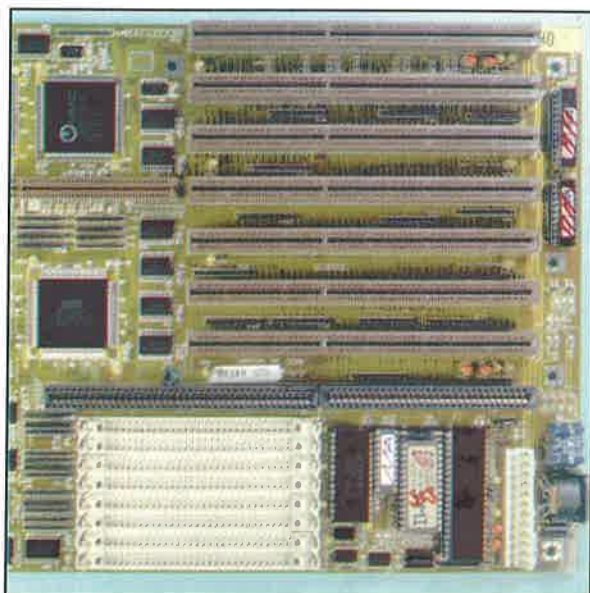
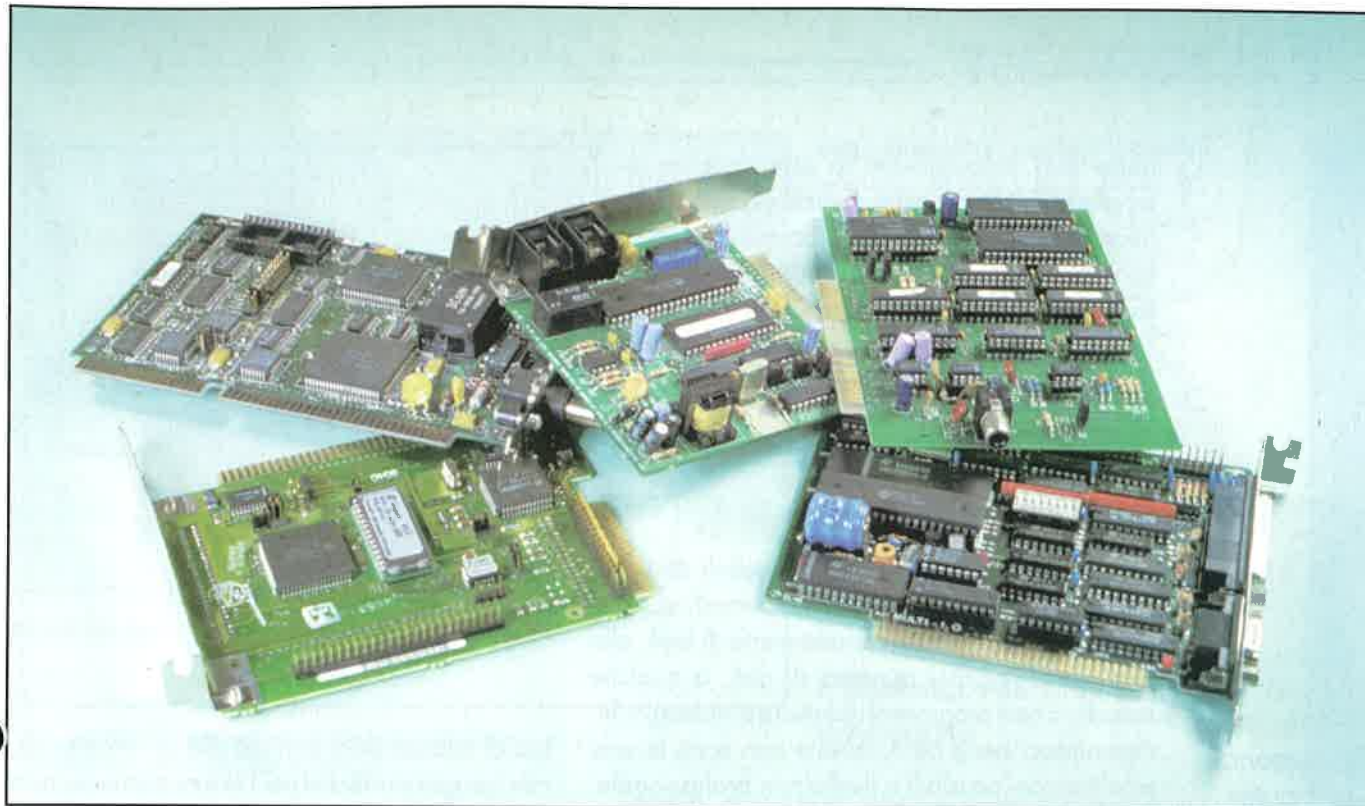
La memoria si preoccupa di memorizzare tutte le informazioni, siano esse dati o istruzioni. Nel complesso dell'unità centrale esistono diversi tipi di memoria:

La memoria ha il compito di immagazzinare tutte le informazioni, siano esse dati o istruzioni

RAM - (dall'inglese Random Access Memory) costituita da una memoria sia di lettura che di scrittura; ciò vuol dire che su di essa è possibile sia l'accesso alle informazioni che la loro modifica

ROM - (dall'inglese Read Only Memory) formata da una memoria di sola lettura, sulla quale non è possibile modificare le informazioni memorizzate. A questa stessa famiglia appartengono anche altri tipi di memoria: PROM e EPROM. La ROM viene direttamente programmata dal fabbricante e non è cancellabile; la PROM può essere programmata dall'utilizzatore, ma anche questa non è cancellabile; la EPROM può essere programmata dall'utilizzatore, può essere cancellata, e poi riprogrammata tramite tecniche particolari.

L'unità centrale è fondamentalmente costituita da un alimentatore, un disk drive e una scheda madre

Gli slot di espansione permettono all'elaboratore di ampliare le proprie possibilità

Sulla scheda madre è presente l'elemento principale di qualsiasi elaboratore: il microprocessore

Le schede montate nell'elaboratore permettono la comunicazione con gli elementi periferici, quali il disk drive, la stampante o altre periferiche di controllo

REALIZZAZIONI PRATICHE

CONTROLLORE DEL BUS DI ESPANSIONE

Negli ultimi anni i personal computer sono diventati uno strumento di lavoro praticamente indispensabile per la maggior parte delle attività lavorative. Molte operazioni che richiedevano molto tempo e parecchi sforzi, ora possono essere svolte in tempi minimi e con un impegno molto esiguo. L'esecuzione di complessi calcoli matematici, la gestione di magazzini, lo studio e la progettazione meccanica o architettonica, o la simulazione di circuiti elettronici, vengono attualmente effettuati per mezzo di elaboratori che, oltre al risparmio notevole di tempo, diminuiscono la possibilità di errori o di imprecisioni.

I personal computer sono diventati uno strumento di lavoro praticamente indispensabile

Grazie alla loro enorme flessibilità, soprattutto nei campi professionali altamente specializzati, i personal computer hanno subito una evoluzione estremamente rapida, ed hanno conseguentemente

aumentato notevolmente la loro potenza e ampliato la loro capacità di elaborazione delle informazioni; tutto questo abbinato ad una contemporanea riduzione dei costi. Ciò ha facilitato la loro introduzione nel mercato dei beni di largo consumo e pertanto il loro utilizzo anche nelle attività definite domestiche.

Aspetto della scheda di prolunga, con il connettore già montato

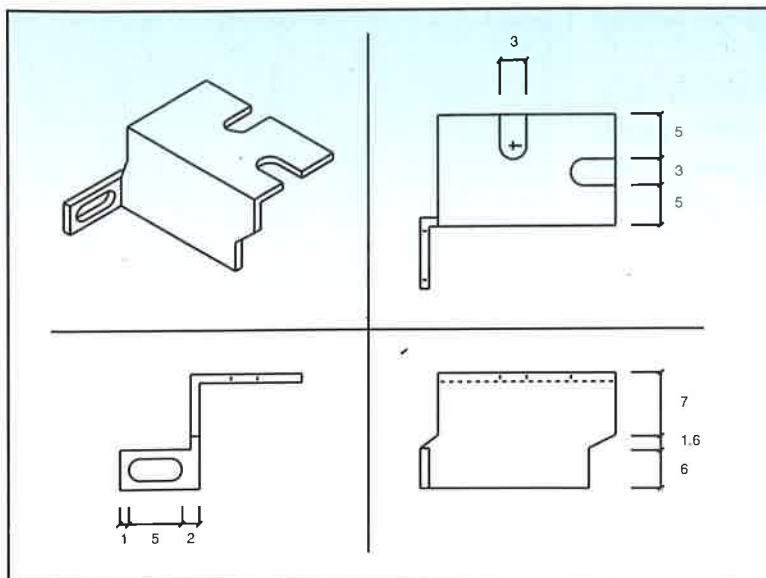
IL PC COME ELEMENTO DI CONTROLLO

Il personal computer non è un sistema chiuso

Le applicazioni che sono rese possibili da un personal computer in ambito domestico si limitano generalmente al trattamento di testi, alla gestione di piccole quantità di dati, a qualche calcolo, a certi programmi didattici e ai videogiochi. Pensandoci bene però, queste non sono le sole applicazioni possibili a livello non professionale. In realtà, il personal computer può risultare un magnifico elemento di controllo. Se viene equipaggiato con gli strumenti necessari per lo scambio di informazioni con ciò che gli sta attorno, con i programmi idonei per l'elaborazione dei relativi dati, può essere convertito in un potente elemento di controllo in grado di supervisionare sia un allarme domestico che un complesso sistema industriale.

Nelle pagine successive verranno proposti, diversi dispositivi elettronici che permetteranno al personal computer di comunicare con ciò che lo circonda, in abbinamento ai relativi programmi applicativi che consentiranno la realizzazione di diverse funzioni di controllo e di automazione.

SLOT DEL PC
A1 B1 A2 B2 A3 B3 A4 B4 A5 B5 A6 B6 A7 B7 A8 B8 A9 B9 A10 B10 A11 B11 A12 B12 A13 B13 A14 B14 A15 B15 A16 B16 A17 B17 A18 B18 A19 B19 A20 B20 A21 B21 A22 B22 A23 B23 A24 B24 A25 B25 A26 B26 A27 B27 A28 B28 A29 B29 A30 B30 A31 B31
CHCK-I/O
MASSA
DATO D7
RESET
DATO D6
+5V
DATO D5
IRQ2/9
DATO D4
-5V
DATO D3
DRQ2
DATO D2
-12V
DATO D1
OWS
DATO D0
+12V
I/O CHRDY
MASSA
AEN
OMEWR
INDIRIZZO A19
OMEMR
INDIRIZZO A18
IOW
INDIRIZZO A17
IOR
INDIRIZZO A16
DACK3
INDIRIZZO A15
DRQ3
INDIRIZZO A14
DACK1
INDIRIZZO A13
DRQ1
INDIRIZZO A12
DACK0
INDIRIZZO A11
CLOCK
INDIRIZZO A10
IRQ7
INDIRIZZO A9
IRQ6
INDIRIZZO A8
IRQ5
INDIRIZZO A7
IRQ4
INDIRIZZO A6
IRQ3
INDIRIZZO A5
DACK2
INDIRIZZO A4
T/C
INDIRIZZO A3
ALE
INDIRIZZO A2
+5V
INDIRIZZO A1
OSC
INDIRIZZO A0
MASSA
CONNETTORE DI ESPANSIONE
32b 32a 31b 31a 30b 30a 29b 29a 28b 28a 27b 27a 26b 26a 25b 25a 24b 24a 23b 23a 22b 22a 21b 21a 20b 20a 19b 19a 18b 18a 17b 17a 16b 16a 15b 15a 14b 14a 13b 13a 12b 12a 11b 11a 10b 10a 9b 9a 8b 8a 7b 7a 6b 6a 5b 5a 4b 4a 3b 3a 2b 2a 1b 1a

Schema elettrico della scheda di prolunga del bus di espansione. I segnali sul connettore a 64 terminali sono invertiti rispetto a quelli presenti sul connettore di espansione

Per meglio fissare la scheda di prolunga all'elaboratore, è possibile costruire una staffa di sostegno

CAPACITÀ DI ESPANSIONE DEL PC

Il personal computer non è un sistema chiuso, poiché è basato su di una architettura modulare alla quale possono essere aggiunti diversi moduli in funzione delle necessità dell'utilizzatore. L'elemento chiave di questa architettura è costituito dalla scheda madre, dove è presente la circuiteria di base dell'elaboratore cheperò, senza l'aggiunta di sistemi periferici, non è in grado di svolgere la maggior parte delle funzioni. Per comunicare con i dispositivi periferici, come possono essere i disk drive, la stampante o il monitor, è richiesta l'aggiunta di moduli addizionali in grado di controllare questi elementi e scambiare informazioni tra gli stessi e la scheda madre. Questa unità dispone infatti di una serie di connettori tutti uguali, che vengono chiamati SLOT di espansione, per mezzo dei quali è possibile collegare i diversi moduli che permettono la comunicazione con la periferia.

PROLUNGA PER IL BUS DI ESPANSIONE

Alcuni dei circuiti che verranno presentati in queste pagine richiedono l'utilizzo di segnali presenti sul bus di espansione: ciò significherebbe dover aprire l'unità centrale ogni volta che si desidera collegare un circuito. Per evitare questa complicazione si è pensato di proporre una prolunga del bus di espansione, che permetterà il collegamento dall'esterno di quelle schede che richiedono l'uso di segnali presenti sul suddetto bus. In questo modo sarà necessario aprire l'elaboratore solo per effettuare l'installazione di questa prolunga.

La scheda di prolunga è costituita da un circuito stampato di forma adeguata per il collegamento ad un connettore di espansione tipo XT

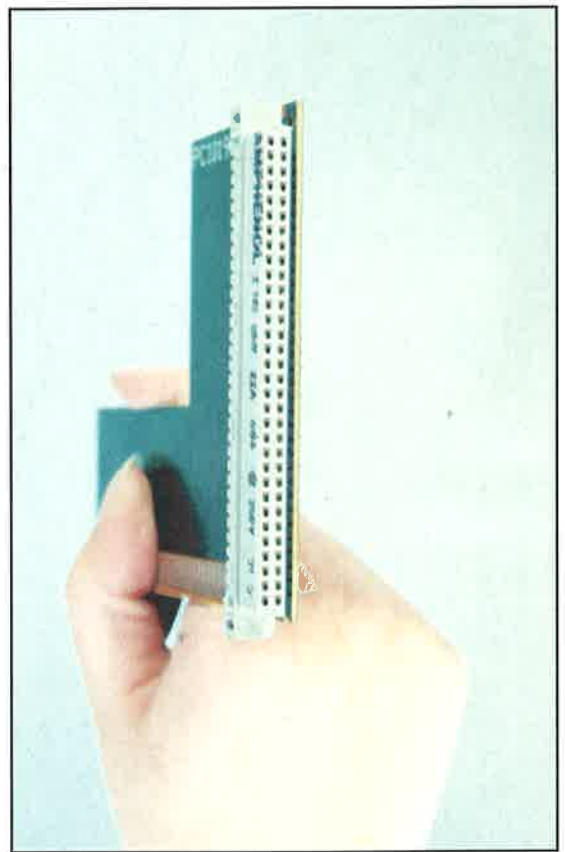
Poiché esistono molti tipi di elaboratori (XT, AT286, AT386, ecc.) si è optato per l'utilizzo della parte di connettore di espansione comune a tutte le specie, vale a dire il bus di espansione tipico del modello XT. Il connettore collegato a questo bus è del tipo a pettine a 62 pin, con 31 terminali per ogni faccia.
La prolunga è costituita da un circuito stampato opportunamente sagomato per permetterne il collegamento al connettore del bus di espansione di tipo XT; l'interfaccia di uscita è costituita da un connettore

La scheda di prolunga montata nell'elaboratore

femmina di tipo Europa dotato di 64 terminali a+b.
Osservando lo schema elettrico e il circuito stampato relativo, si può notare che tutti i segnali presenti sul bus di espansione vengono riportati sui contatti del connettore a 64 pin, mentre sono stati lasciati scollegati i contatti 32a e 32b.
I contatti contrassegnati con A sul bus di espansione corrispondono alla fila b del connettore a 64 pin, mentre quelli contrassegnati come B sul bus di espansione corrispondono alla fila a del connettore a 64 pin. Anche l'ordine numerico è stato invertito: il terminale 1 del bus di espansione corrisponde al terminale 31 del connettore a 64 pin. Ad esempio, il terminale A24 del connettore del bus di espansione corrisponde al terminale b8 del connettore a 64 pin. Di seguito verranno definite tutte le corrispondenze tra i contatti del connettore del bus di espansione e i contatti del connettore a 64 pin.

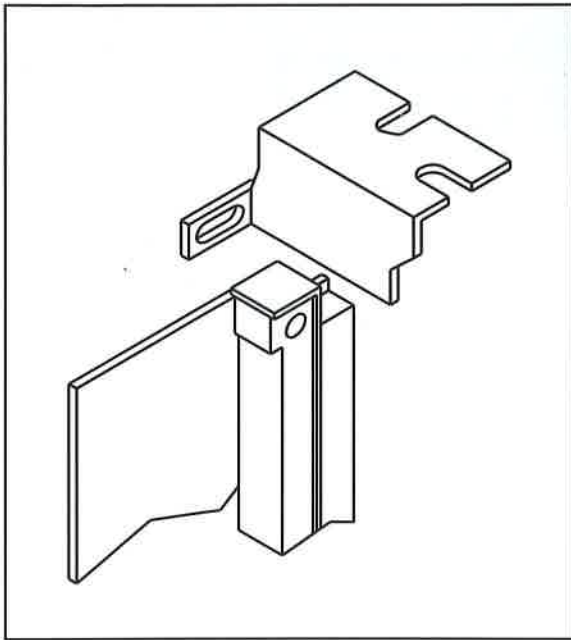
MONTAGGIO DELLA PROLUNGA

Per installare la prolunga all'interno dell'elaboratore bisogna seguire i seguenti passi:
1. - Scollegare l'elaboratore dalla rete elettrica
2. - Svitare le viti che trattengono il coperchio e smontarlo
3. - Scegliere un connettore di espansione libero e smontare, svitandola, la staffa corrispondente presente sulla parte posteriore del PC
4. - Inserire la prolunga nello slot di espansione in modo che il connettore a 64 terminali fuoriesca dalla fessura lasciata libera dalla staffa smontata in precedenza
5. - Richiudere l'elaboratore.

Poiché la prolunga non è fissata alla carcassa dell'elaboratore ma solo al connettore di espansione, bisogna fare attenzione durante il collegamento della varie schede in prova, poiché uno sforzo eccessivo potrebbe provocare una fuoriuscita della prolunga stessa dallo slot di espansione.
Un modo per evitare questo possibile inconveniente sarebbe quello di costruire una staffa che blocchi la scheda di prolunga e contemporaneamente la mantenga fissata alla carcassa dell'elaboratore. La figura presente nella pagina successiva propone una soluzione per la costruzione artigianale di questa staffa, ottenuta con un

Al connettore femmina a 64 terminali della scheda di prolunga verranno collegati quei circuiti che richiederanno l'impiego dei segnali presenti sul bus di espansione

lamierino di alluminio dello spessore di uno o due millimetri opportunamente sagomato.
Un'altra soluzione sarebbe quella di riutilizzare la staffa che fungeva da tappo precedentemente smontata, fessurando opportunamente la zona di uscita del connettore a 64 terminali e saldando sulla stessa un'ulteriore staffa ad L dotata di fori per l'avvitamento e il fissaggio della scheda di prolunga.

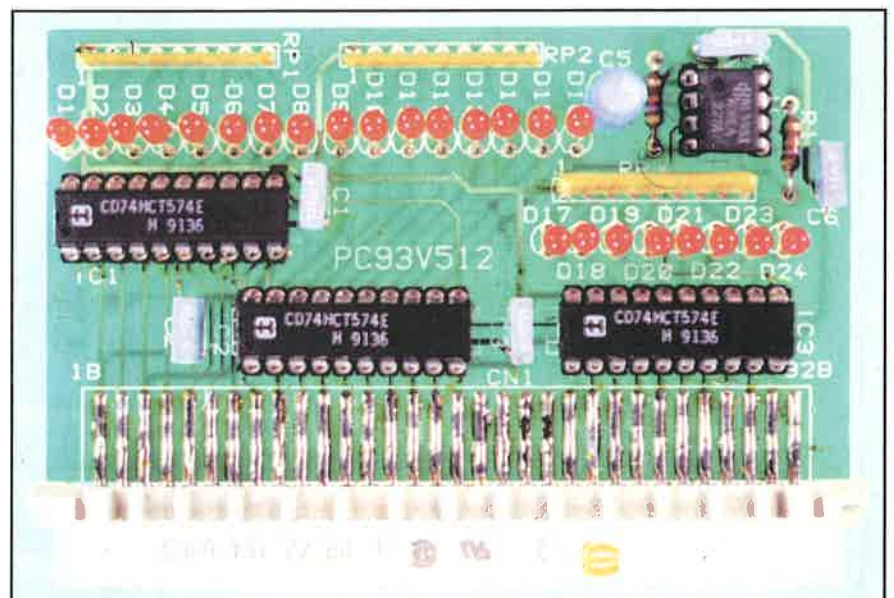
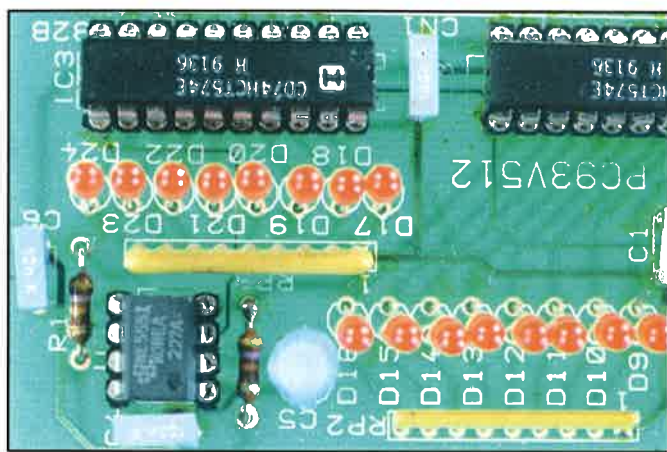
CONTROLLORE DEL BUS DI ESPANSIONE

Come già detto in precedenza, molti dei circuiti che verranno proposti in queste pagine dovranno essere collegati alla prolunga appena descritta. Il primo di questi è costituito da un controllore del bus di espansione, il cui circuito stampato è allegato al fascicolo.
Questo circuito non permette la realizzazione di una verifica funzionale dell'elaboratore attraverso i segnali presenti sul bus di espansione, ma

Dettaglio della posizione del fissaggio rispetto alla scheda di prolunga

serve per fornire un'idea di come si attivano alcuni segnali che formano parte dello stesso.
Fondamentalmente, il controllore funziona come un monitor di segnali, che attiva un diodo LED quando il segnale stesso è a livello logico basso, mentre lo fa spegnere quando è a livello logico alto. A causa dell'elevata frequenza con cui si alternano i livelli dei segnali sul bus, sarebbe praticamente impossibile, e anche poco interessante, controllare il loro andamento in tempo reale, cioè ogni volta che cambiano stato logico. Ci sono dei segnali che commutano il loro stato dieci milioni di volte al secondo, per cui il diodo LED corrispondente apparirebbe agli occhi dell'operatore sempre acceso, e non sarebbe possibile visualizzare i momenti in cui il diodo LED si spegne perché il livello del segnale è alto. Per evitare queste situazioni, il controllore proposto presenterà la condizione degli stati dei segnali a intervalli regolari imposti da un clock interno.

CIRCUITO ELETTRICO DEL CONTROLLORE

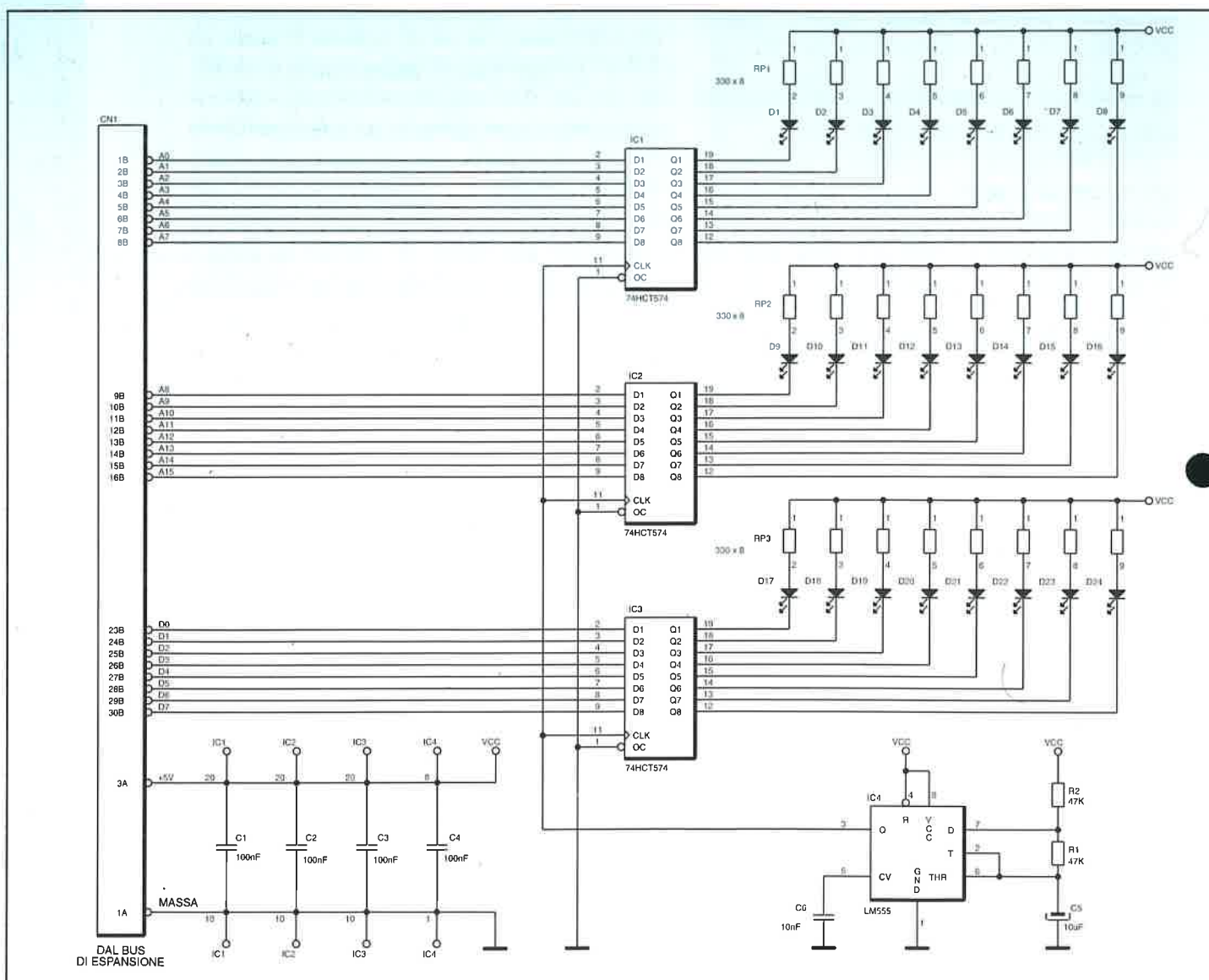
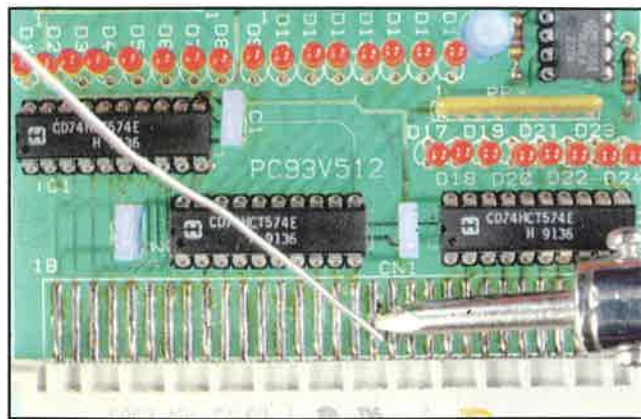
Nello schema elettrico del controllore che appare nella figura relativa si possono distinguere due grandi blocchi funzionali. Il primo costituisce il generatore del segnale di clock interno, ed è basato su di un circuito temporizzatore 555. Il secondo serve per la memorizzazione e la presentazione dei dati.
Nello schema del generatore degli impulsi di clock, il temporizzatore 555 è configurato come multivibratore astabile. La frequenza e il ciclo utile di lavoro del segnale di uscita vengono definiti dalle resistenze, collegate tra l'alimentazione +Vcc e i terminali 7 e 6 del circuito integrato, e il condensatore collegato tra il terminale 6 e massa. In questo caso, con due resistenze da 47 kΩ e un condensatore da 2,2 µF, si ottiene una frequenza di lavoro di 10 Hz con un ciclo utile del 50% circa. La frequenza indicata è quella con cui vengono controllati i segnali del bus; ciò significa che gli stati logici dei segnali vengono memorizzati ogni decimo di secondo. Se si vuole aumentare il tempo di permanenza dei dati, è sufficiente aumentare il valore capacitivo del condensatore. Utilizzando un condensatore da 22 µF al posto di quello da 2,2 µF, la frequenza di lavoro diventa di circa 1 Hz, per cui i dati vengono memorizzati approssimativamente ogni secondo. La memorizzazione dei dati viene realizzata per mezzo dei circuiti integrati 74HCT574, costituiti ciascuno da otto bistabili di tipo D con segnale di clock in comune. L'uscita del generatore del segnale di clock è collegata agli ingressi di clock dei tre 74HCT574.

Circuito di controllo del bus completo, con tutti i componenti montati

Il controllo dei livelli viene realizzato mediante dei diodi LED

Sul fronte di salita del segnale di clock vengono immagazzinati i dati presenti sugli ingressi di ciascuno dei 24 bistabili, e rimangono memorizzati finché non appare un nuovo fronte di salita del segnale di clock stesso.

CABLAGGIO DEL CONTROLLORE

Prima di iniziare il montaggio e il cablaggio del controllore, bisogna identificare e classificare tutti i componenti, separando le resistenze, i condensatori, i circuiti integrati e i diodi.
Supposto che, come nel caso della scheda di prolunga, il circuito stampato a in doppia faccia con fori non metallizzati, sarà necessario saldare i terminali dei componenti su entrambi i lati delle rispettive isole; inoltre, anche se il montaggio e la relativa saldatura risultano leggermente più diffi-

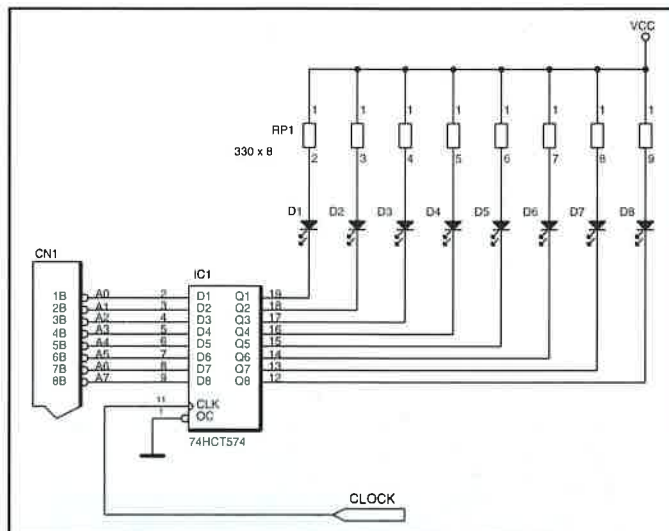
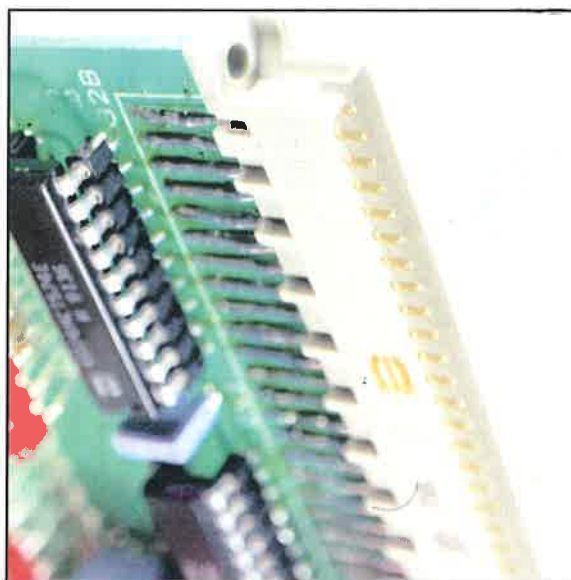
Schema elettrico del controllore del bus

Il circuito stampato viene saldato tra le file dei terminali del connettore

coltosi, si raccomanda l'utilizzo di zoccoli per i circuiti integrati. Si consiglia di iniziare con il montaggio delle resistenze da 47 kΩ, R1 e R2. Di seguito si possono montare le reti resistive RP1, RP2 e RP3; per non incorrere in errori di montaggio, controllare la disposizione dei terminali indicata dalla serigrafia presente sul circuito stampato, e l'indicazione del terminale 1 segnata sul corpo della rete resistiva. Il componente successivo da montare è il connettore a 64 terminali: anche per la sua disposizione verificare il disegno della serigrafia. Questo connettore è dotato di due file di terminali, che devono essere allineate con le rispettive isole presenti sul circuito stampato. Per favorire il montaggio, è consigliabile prima cercare di posizionare correttamente tutti i terminali dei connettori, poi saldare solo il primo e l'ultimo. In questo modo è possibile allineare correttamente il connettore rispetto al circuito stampato, prima di saldare tutti i rimanenti terminali.

Di seguito sarà possibile montare gli zoccoli per i circuiti integrati, i condensatori, e i diodi LED, prestando attenzione alle polarità dei componenti riportate sulla serigrafia.

Infine, non resta che inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, verificando anche in questo caso il loro orientamento rispetto alla serigrafia.

Al termine del montaggio è necessario eseguire una verifica visiva della scheda, che garantisca l'assenza di cortocircuiti provocati durante la saldatura dei componenti e il corretto posizionamento degli stessi.

La verifica del funzionamento della scheda viene eseguita direttamente sull'elaboratore, inserendo la stessa nella scheda di prolunga del bus di espansione, naturalmente dopo aver spento il PC. Alla riaccensione dello stesso i diodi LED devono cominciare ad accendersi e spegnersi, dimostrando di essere in grado di visualizzare i segnali del bus dati e del bus indirizzi.

I dati presenti sugli ingressi dei bistabili vengono memorizzati e presentati in corrispondenza di ogni fronte di salita del segnale di clock

Il connettore maschio a 64 terminali montato sulla scheda del controllore del bus permette il collegamento alla scheda di prolunga

Elenco componenti

Resistenze

R1, R2	47 kΩ
RP1, RP2, RP3	Rete resistiva SIL 330 Ω (8 resistenze con terminale in comune)

Condensatori

C1, C2, C3, C4	100 nF
C5	10 µF/16V
C6	10 nF

Semiconduttori

D1...D24	LED rosso 3 mm
IC1, IC2, IC3	74HCT574
IC4	LM555

Varie

Fila da 50 pin torniti per gli zoccoli dei circuiti integrati
Connettore maschio diritto da 32 + 32 terminali a + b per il controllore
Connettore femmina da 32+32 terminali a+b per la scheda di prolunga

I segnali del bus di espansione

PIN	EXT	SEGNALE	LIV	I/O	DESCRIZIONE
A1	b31	CHCHK	L	II/O	CHANNEL CHECK. Quando un dispositivo collegato al bus rileva un errore di parità porta questa linea a livello basso
A2	b30	SD7	H	I/O	DATA LINE 7. Linea del bus dati. Il bit più signigicativo (MSB) di un dato si presenta sulla linea 7, mentre quello meno significativo (LBS) sulla linea 0.
A3	b29	SD6	H	I/O	
A4	b28	SD5	H	I/O	
A5	b27	SD4	H	I/O	
A6	b26	SD3	H	I/O	
A7	b25	SD2	H	I/O	
A8	b24	SD1	H	I/O	
A9	b23	SD0	H	O	DATA LINE 0
A10	b22	CHRDY	L	II/O	CHANEL READY. Quando un dispositivo richiede più tempo, porta questa linea a livello basso.
A11	b21	AEN	H	O	ADDRESS ENABLE. A livello alto il controllore del DMA mantiene il controllo del bus dei dati, degli indirizzi, dei controlli e della lettura/scrittura.
A12	b20	SA19	H	O	ADDRESS LINE 19. Linea del bus indirizzi. Il bit più significativo (MSB) di un indirizzo appare sulla linea 19, mentre il meno significativo (LSB) sulla linea 0.
A13	b19	SA18	H	O	
A14	b18	SA17	H	O	
A15	b17	SA16	H	O	
A16	b16	SA15	H	O	
A17	b15	SA14	H	O	
A18	b14	SA13	H	O	
A19	b13	SA12	H	O	
A20	b12	SA11	H	O	
A21	b11	SA10	H	O	
A22	b10	SA9	H	O	
A23	b9	SA8	H	O	
A24	b8	SA7	H	O	
A25	b7	SA6	H	O	
A26	b6	SA5	H	O	
A27	b5	SA4	H	O	
A28	b4	SA3	H	O	
A29	b3	SA2	H	O	
A30	b2	SA1	H	O	
A31	b1	SA0	H	O	ADDRESS LINE 0.
B1	a31	MASSA			
B2	a30	RESET	H	O	RESET. A livello alto inizializza il sistema sincronizzandolo con il segnale di clock.
B3	a29	+ 5V			
B4	a28	IRQ2/9	H	I	INTERRUPT REQUEST 2/9. Linea di richiesta di interrupt. Viene attivata da un dispositivo che richiede la comunicazione con la CPU.
B5	a27	- 5V			
B6	a26	DRQ2	H	I	DMA REQUEST2. Linea di richiesta del DMA. Viene attivata da un dispositivo che richiede l'accesso diretto alla memoria. Deve rimanere attiva finché non viene inviato il corrispondente DACK.
B7	a25	- 12V			
B8	a24	0WS	L	I	ZERO WAIT STATE. Annullamento dei cicli di wait. I dispositivi rapidi attivano questa linea per evitare che la CPU introduca dei cicli di wait.
B9	a23	+ 12V			
B10	a22	MASSA			
B11	a21	OMEMW	L	O	OUTPUT MEMORY WRITE. Segnale di scrittura in memoria.
B12	a20	OMEMR	L	O	OUTPUT MEMORY READ. Segnale di lettura in memoria.
B13	a19	IOW	L	O	INPUT/OUTPUT WRITE. Segnale di scrittura in un dispositivo di ingresso/uscita.
B14	a18	IOR	L	O	INPUT/OUTPUT READ. Segnale di lettura in un dispositivo di ingresso/uscita.
B15	a17	DACK3	L	O	DMA ACKOWLEDGE 3. Riconoscimento del DMA. Si attiva quando il controller del DMA attende una chiamata DRQ.
B16	a16	DRQ3	H	I	DMA REQUEST 3.
B17	a15	DACK1	L	O	DMA ACKOWLEDGE 1.
B18	a14	DRQ1	H	I	DMA REQUEST 1.
B19	a13	DACK0	L	O	DMA ACKOWLWDGE 0.
B20	a12	CLK		O	CLOCK. Segnale di clock del sistema.
B21	a11	IRQ7	H	I	INTERRUPT REQUEST 7.
B22	a10	IRQ6	H	I	INTERRUPT REQUEST 6.
B23	a9	IRQ5	H	I	INTERRUPT REQUEST 5.
B24	a8	IRQ4	H	I	INTERRUPT REQUEST 4.
B25	a7	IRQ3	H	I	INTERRUPT REQUEST 3.
B26	a6	DACK2	L	O	DMA ACKOWLWDGE 2.
B27	a5	T/C	H	O	TERMINAL COUNT. Il controller del DMA attiva questa linea quando termina il conteggio di un ciclo di accesso alla memoria.
B28	a4	ALE	H	O	ADDRESS LATCH ENABLE. Si attiva quando la CPU ha inviato un indirizzo esatto sul bus degli indirizzi.
B29	a3	+ 5V			
B30	a2	OSC		O	OSCILLATORE. Segnale di clock alla frequenza di 14,31818 MHz con un ciclo utile del 50 %.
B31	a1	MASSA			

PIN = posizione del segnale sul connettore di espansione
EXT = posizione del segnale sul connettore di uscita
SEGNALE = nome del segnale
LIV = livello del segnale
L = attivo a livello basso (0)
H = attivo a livello alto (1)
I/O = indirizzo del segnale
I = ingresso
O = uscita
I/O = ingresso/uscita